



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 大阪湾の流動構造と生態系を考慮した水質予測モデルに関する研究                                                                                                                                                                                                                                       |
| Author(s)    | 山根, 伸之                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Citation     | 大阪大学, 1998, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/40569">https://hdl.handle.net/11094/40569</a>                                                                                                                                                                                  |
| rights       |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|               |                                                                                                                 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | 山 根 伸 之                                                                                                         |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                                                       |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 3 8 2 8 号                                                                                                   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成10年 3 月 25 日                                                                                                  |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科土木工学専攻                                                                                     |
| 学 位 論 文 名     | 大阪湾の流動構造と生態系を考慮した水質予測モデルに関する研究                                                                                  |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 中 辻 啓 二                                                                                             |
|               | (副査)<br>教 授 西 村 宣 男    教 授 松 井 繁 之    教 授 谷 本 親 伯<br>教 授 村 岡 浩 爾    教 授 森    康 男    教 授 松 井    保<br>教 授 堀 川 浩 甫 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大阪湾における水質分布の長期時間変化を予測可能とする三次元水質予測モデルの開発を目的に実施された研究をまとめたものであり、以下の全9章から構成されている。

第1章は序論であり、大阪湾における水質汚濁機構の解明のためには湾内の、流動・密度構造と生態系を考慮した水質予測モデルの開発の重要性を指摘している。

第2章では、湾内の流動と水質の現状に関する既往の研究を概観するとともに、大阪湾の水環境に係わる社会環境の変遷に関してとりまとめている。

第3章では、大阪湾の公表されている水質データを収集し、解析した結果、大阪湾の密度構造の季節変動特性とその要因、戦前からの長期水質変動とその要因、さらには統計的手法にもとづいて湾内の汚濁海域区分と海域別の汚濁要因について考察している。

第4章では、流動モデルとして用いた大阪大学で開発された三次元バロクリニック流れの数値モデルの概要を示している。さらに、流動と生物・化学的な内部変化により支配される湾内の物質循環過程を表現する生態系モデルについて示している。

第5章では、夏季と冬季を対象とした三次元バロクリニック流れの数値実験を行い、流速・密度の季節変動を明らかにするとともに、湾奥部水域を対象とした水収支の構造からエスチュアリー循環の重要性を指摘している。

第6章では、夏季と冬季を対象とした三次元水質の再現計算を行い、モデルの妥当性を確認した。さらに、プランクトンと栄養塩の循環構造、汚濁海域における負荷収支構造を検討することにより、大阪湾の富栄養化機構について論じている。

第7章では、生物の生息にとって重要な溶存酸素を対象に、とくに底層の貧酸素水塊の形成機構について検討している。さらに、最も原始的な水質指標である透明度を対象に、これまで実施されていなかった水質予測の可能性について検討している。

第8章では、大阪湾の水質に影響を及ぼす沿岸域の開発として、埋立事業による地形改変と流域の発展に伴う流入汚濁負荷量の増大をとりあげ、各要因の戦前から現在に至る主な段階を対象とした数値実験を行い、沿岸域の開発が環境へ及ぼす影響について検討している。

最後に、第9章では本研究で得られた重要な結果を取りまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、閉鎖性ならびに成層化の強い内湾の水質予測モデルの開発を目的に実施されている。内湾での物質の輸送は複雑な三次元的挙動を示すことから、物質の輸送・拡散過程ならびに密度構造に重きを置いたモデル化を行い、生態系に関しては植物プランクトンまでを考慮した低次生態系モデルを構築している。さらに、大阪湾に適用した結果、水質構造に及ぼすエスチュアリー循環の重要性を指摘し、従来の学説を凌駕する結果を得ている。主な成果は以下の通りである。

- (1)公表水質データの収集と解析により、大阪湾における密度構造と水質分布の変動特性を示している。大阪湾での密度構造は、20m等水深線上にある潮汐フロントを境界として、西部海域は強混合状態にあり、東部湾奥海域は年間を通じて成層状態にある。東部海域の成層化は陸水の流入にともなう表層塩分の低下に起因している。大阪湾における戦前から現在までの水質変動をみると、戦前においても湾奥海域の水質は悪化しており、現在の水質レベルと大きく変わらないことを示している。さらに、水質データの主成分解析やクラスター解析の結果に基づいて大阪湾の汚濁海域区分を検討した結果、得られた汚濁海域の分布は湾内の残差流系の分布と密接に関連していることを指摘している。
- (2)開発した水質予測モデルは、三次元バロクリニック流動モデルと生態系モデルの2つのサブモデルから構成されている。夏季と冬季の流動・密度場の数値実験を行い、観測データとの対比から、数値モデルの妥当性を検討している。また、大阪湾における水収支構造の数値実験から、夏季の東部海域においては、上層水への供給水量は下層からの湧昇が河川からの流入量の約9倍もあり、エスチュアリー循環にともなう鉛直循環が湾奥部の水収支に重要な役割を果たしていることを定量的に示している。
- (3)夏季と冬季の水質の数値実験を行い、各種水質の実測データとの比較から、モデルの検証を行っている。大阪湾の水質構造を物質収支式の各項の大きさから検討した結果、東部湾奥海域では、クロロフィルaの増殖に必要なリン栄養塩の供給は、エスチュアリー循環に伴う下層から鉛直移流により賄われていることが明らかになった。大阪湾全体のリン負荷収支を算定した結果、陸域負荷の減少に伴い、湾内の負荷収支に占める溶出負荷の影響が大きくなっていることを示している。東部湾奥海域の負荷収支の算定結果から、東部成層海域の上層へのリンの供給は、陸域負荷とほぼ同規模のものが下層からの湧昇により供給されていることを明らかにしている。この結果から、鉛直循環に伴う下層からの負荷供給が湾奥の水質汚濁に重要な影響を及ぼしていることを示している。
- (4)大阪湾における貧酸素水塊の形成機構について、湾内の酸素輸送との関連から論じている。これまでの大阪湾の貧酸素水塊の発生機構は、密度成層、なかでも、水温成層に起因する上下混合の遮断が主原因と理解されていた。しかしながら、今回の数値実験の結果、東部成層海域ではエスチュアリー循環に伴う湧昇流により、酸素は下層から上層への輸送が卓越し、底層湾奥海域への酸素供給は西部海域からの水平移流によってもたらされていることが明らかとなった。この結果から、大阪湾の貧酸素化は、西部海域から供給されて底層を移動する海水が、その移動過程で海水中の酸素が消費され、湾奥にむかうほど貧酸素化の度合を増すという構造になっていることを明らかにしている。
- (5)透明度の予測モデルの可能性を検討した結果、水中日射量の減衰率から予測する方法を用いて、光の消散係数についてきめ細かい設定を行えば、精度の高い予測方法となりうることを示している。

以上のように、本論文は複雑な三次元流動を呈する流動・密度場の内湾における水質分布、ならびにその変動を予測可能な数学モデル手法を開発し、かつ大阪湾に適用して、観測データによる検証、さらに大阪湾における水質構造を明らかにしている。これらの成果はエスチュアリー工学、さらには内湾の水環境管理に貢献するところが大い。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。